



물은 H₂O인가?

돌턴, 아보가드로, 그리고 모형 제작자들

물이 H_2O 라는 것을 어떻게 아는가?

.....

관측 사실 : 물을 구성하는 수소와 산소의 질량비 1:8

사전 지식 : 수소의 원자량은 1, 산소의 원자량은 16

결론 : 원자 수가 2:1이어야 총 질량비가 $2:16=1:8$

수소와 산소의 원자량이 1:16이라는 것은 어떻게 아는가?

.....

관측 사실 : 물을 구성하는 수소와 산소의 결합비 1:8

사전 지식 : 물의 분자식은 H_2O

결론 : 원자량이 1:16이어야 총 질량비는 $2:16=1:8$

A
NEW SYSTEM
OF
CHEMICAL PHILOSOPHY.

PART I.

BY
JOHN DALTON.

Manchester :

Printed by S. Russell, 125, Deansgate,
FOR
R. BICKERSTAFF, STRAND, LONDON.
1808.

돌턴의 원자론

.....

- ▶ 같은 원소의 원자는 같은 크기와 질량, 성질을 가진다.
- ▶ 원자는 더 이상 쪼개질 수 없다.
- ▶ 원자는 다른 원자로 바뀔 수 없으며 없어지거나 생겨날 수 없다.
- ▶ 화합물은 일정한 정수 개수의 원자들이 결합되어 있다.
- ▶ 화학반응은 원자와 원자의 결합 방법만 바뀌는 것으로, 원자가 다른 원자로 바뀌지는 않는다. 따라서 질량이 보존된다.

탄소의 두 가지 산화물

1번 산화물

$$\text{C:O} = 44:56$$

$$\begin{aligned}\text{C:O} &= 44/44:56/44 \\ &= 1:1.3\end{aligned}$$

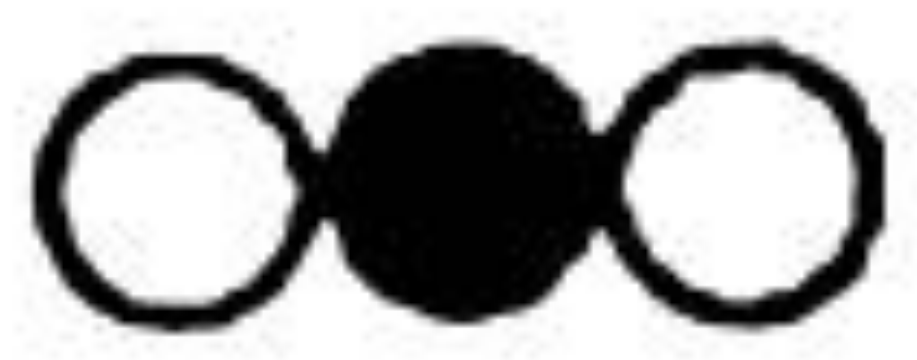


일산화탄소

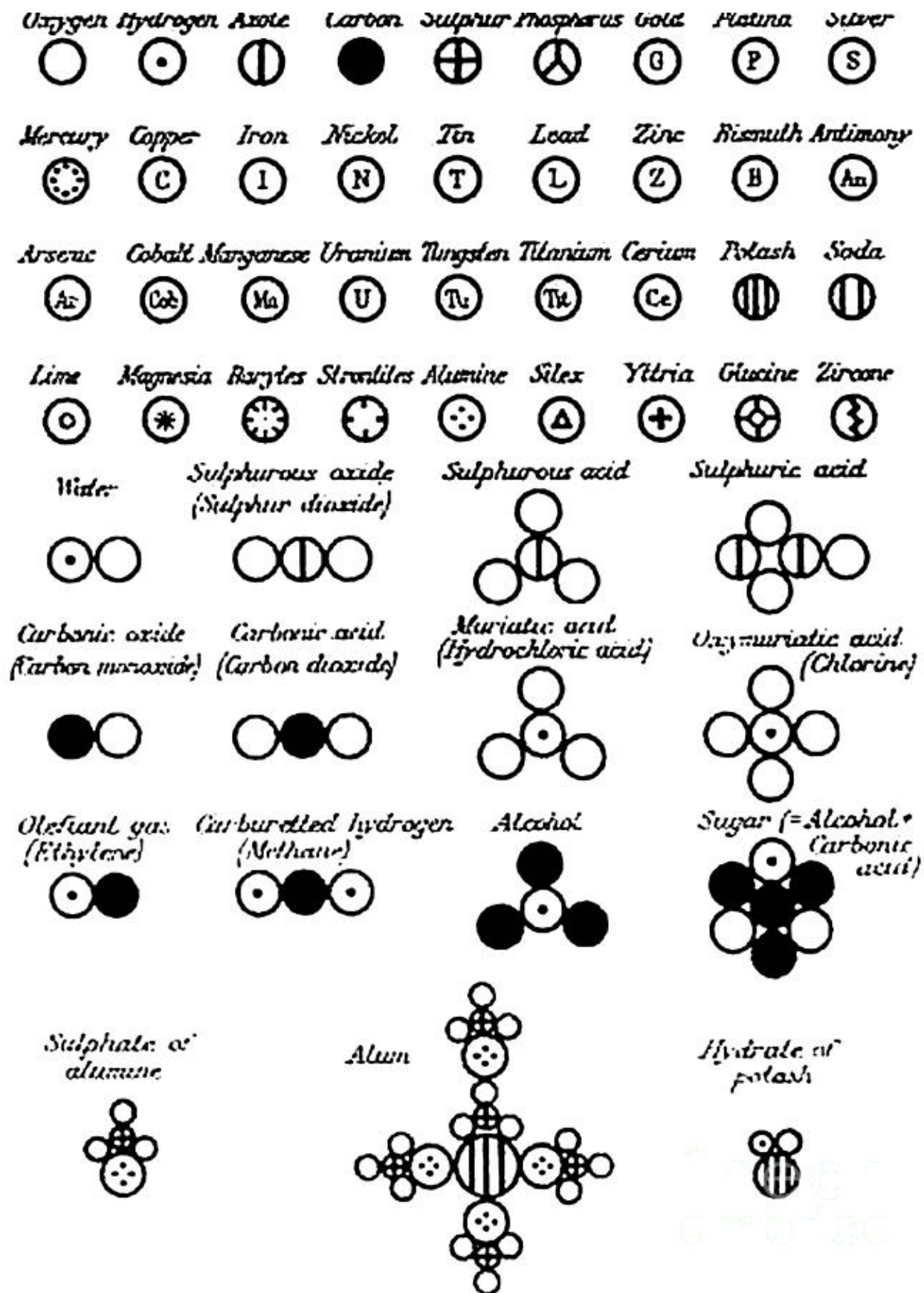
2번 산화물

$$\text{C:O} = 28:72$$

$$\begin{aligned}\text{C:O} &= 28/28:72/28 \\ &= 1:2.6\end{aligned}$$



이산화탄소



원소와 화합물

- ▶ 최대 단순성의 규칙
- ▶ 화학적 친화력에 의한 결합
- ▶ 같은 종류의 원자 사이에는 척력만 존재한다고 생각
- ▶ 단원자 기체 : H, N, O
- ▶ 물 : HO
- ▶ 원자량비
H:C:N:O=1:6:7:8



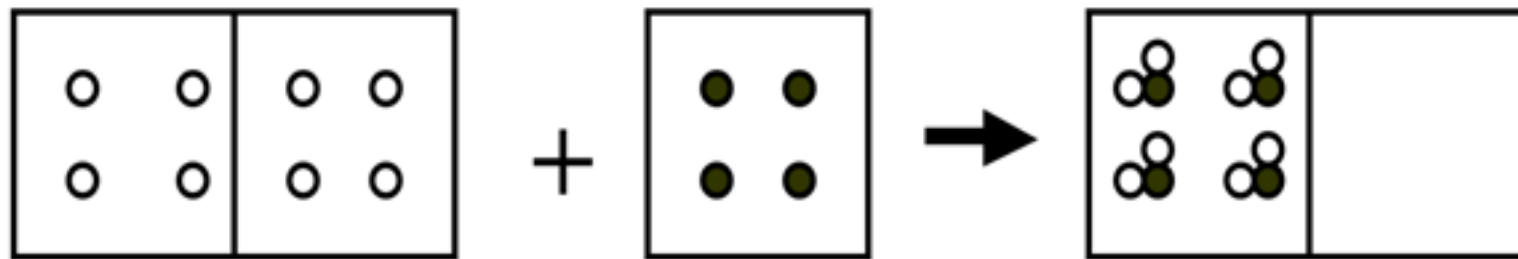
아보가드로(1776-1856)

.....

- ▶ 이탈리아의 물리학자
- ▶ **EVEN**(Equal Volume, Equal Number)
가설과 **이원자분자** 가설 주장
- ▶ 1811년에 발표된 그의 이론은
대부분의 과학자에게 거부당함

게이-뤼삭의 기체 반응의 법칙에 대한 아보가드로의 이해

- ▶ 물이 생성될 때
수소 : 산소 = 2부피 : 1부피
- ▶ 질소 : 산소 = 2 : 1 또는 1 : 1 또는 1 : 2
- ▶ 동일 부피 동일 입자 수(EVEN)일 경우, 물은 H₂O!

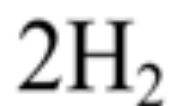
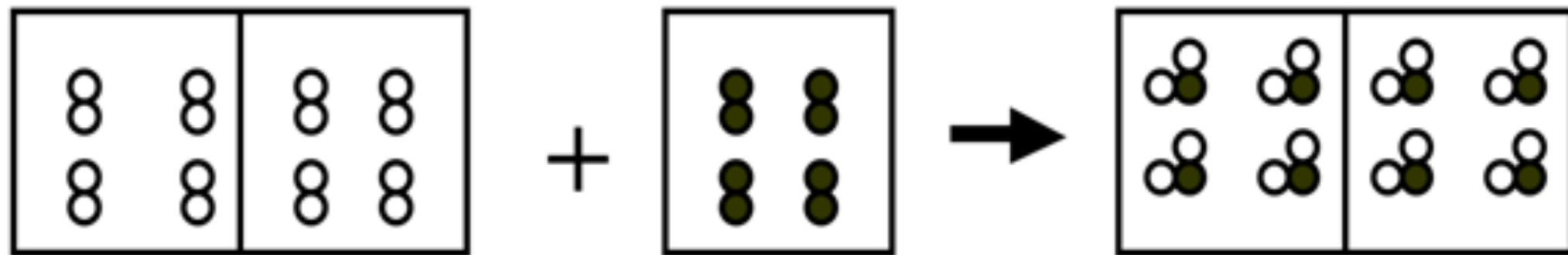


그러나 실제로 생성되는
수증기는 2부피!

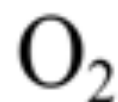


분자 가설을 이용한 해결

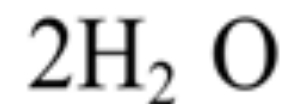
- ▶ 애초에 수소와 산소도 2개의 원자가 결합된 분자의 형태로 존재
- ▶ EVEN 가설은 원자가 아니라 분자에 적용



+



→

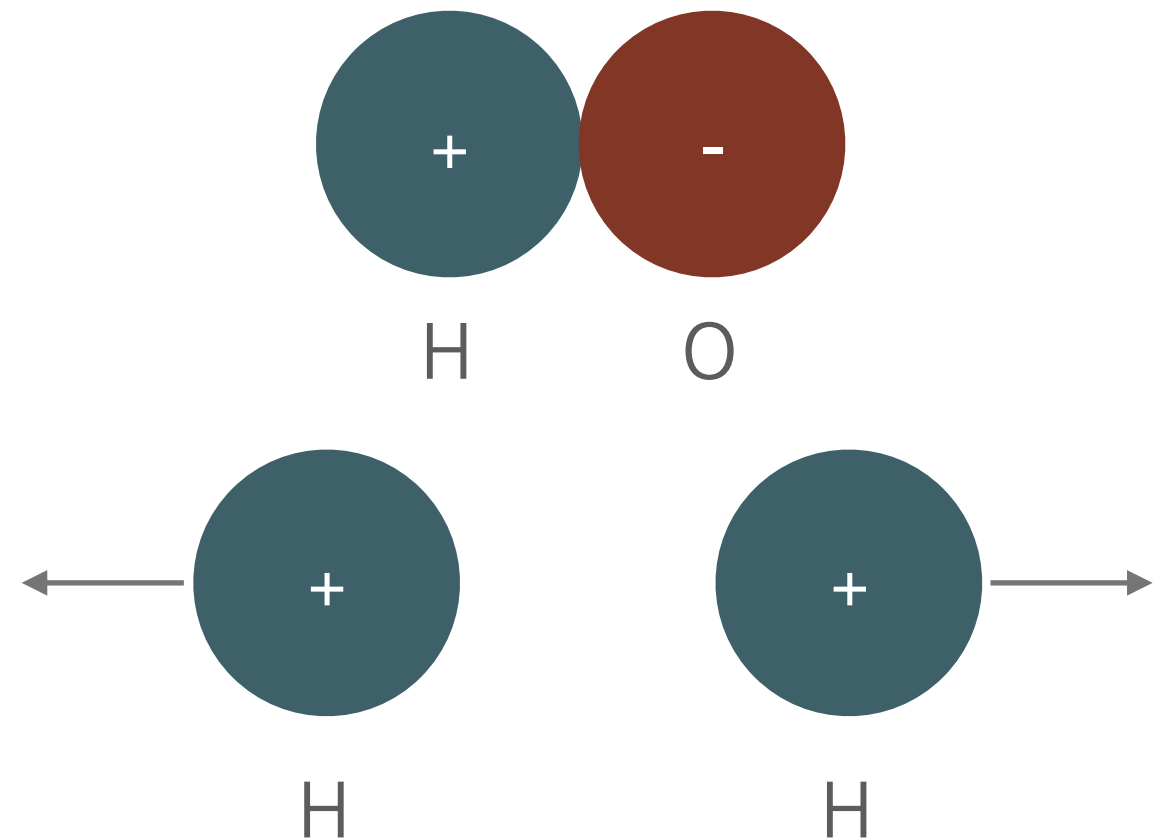




베르셀리우스

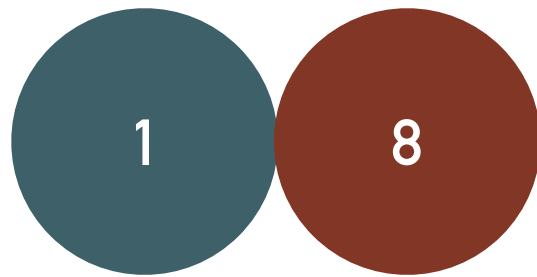
아보가드로에 대한 반응

- ▶ 근거가 없는 가설(EVEN) 위에 임시방편의 가설(이원자분자)까지 얹은 형태!
- ▶ 같은 종류의 원자들이 어떻게 서로 결합해 있을 수 있겠는가?

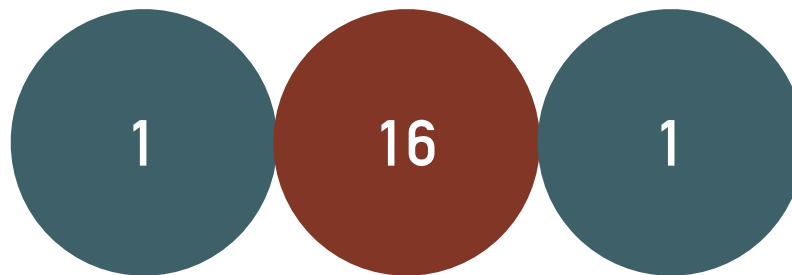


원자의 실재성에 대한 실증주의적 회의

➤ 관측 결과 : 수소 1g + 산소 8g → 물 9g



돌턴



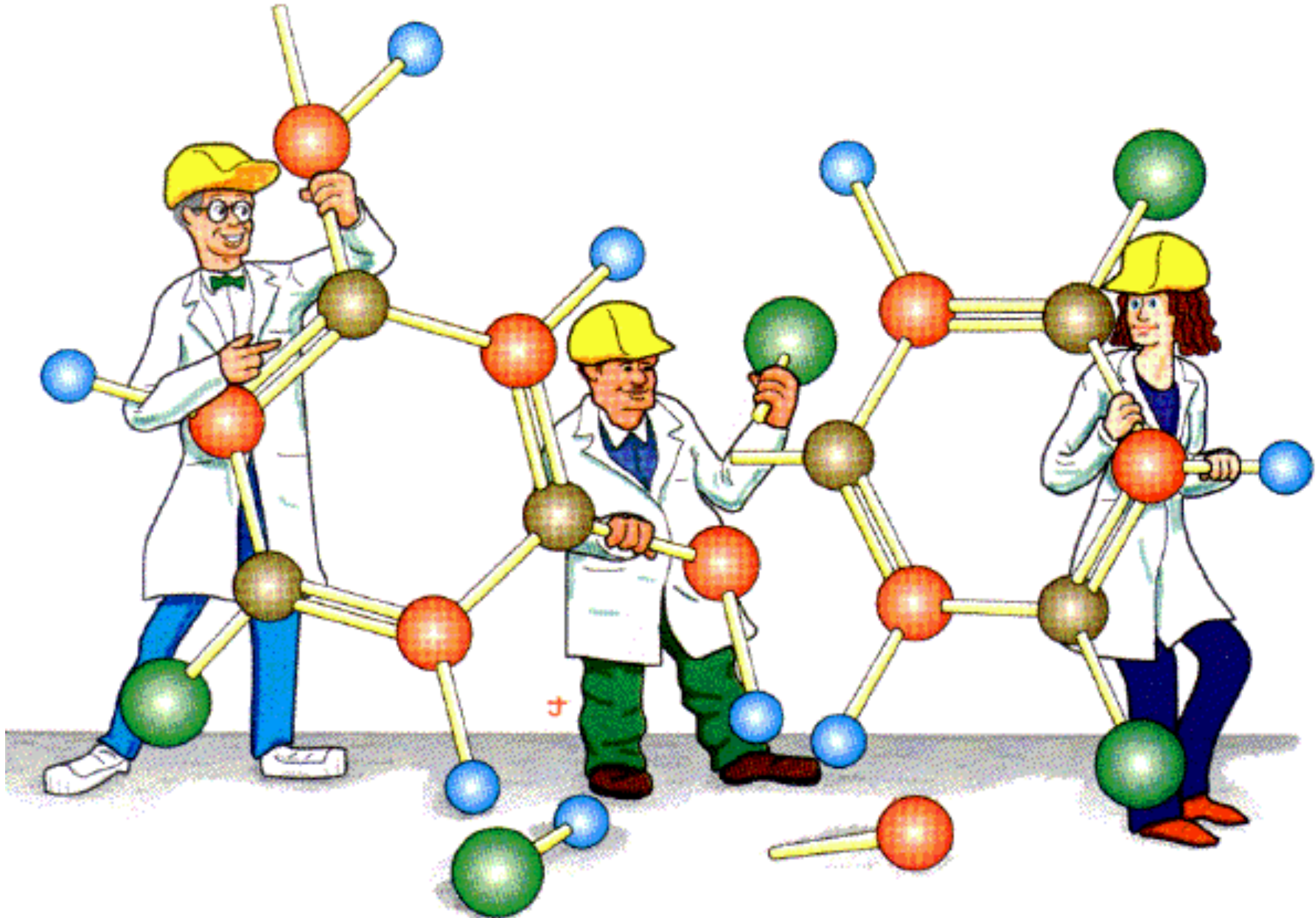
아보가드로

➤ 실증주의 경향의 확대

- 무엇이 옳은지 다투지 말고 그냥 관측할 수 있는 이야기만 하자!
- 1830년대 교과서에서는 원자 개념 삭제
- 화학에 필요한 것은 산소와 수소의 결합비 1:8뿐!

제3의 시도 : 시각적 모형의 제작

.....

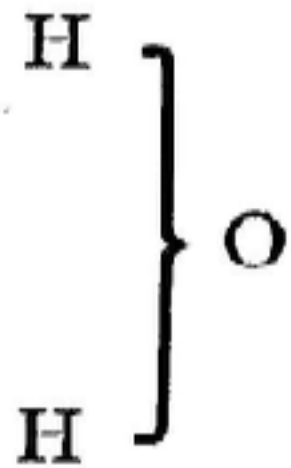


다양한 유기화합물에 대한 질량 분석과 분자식

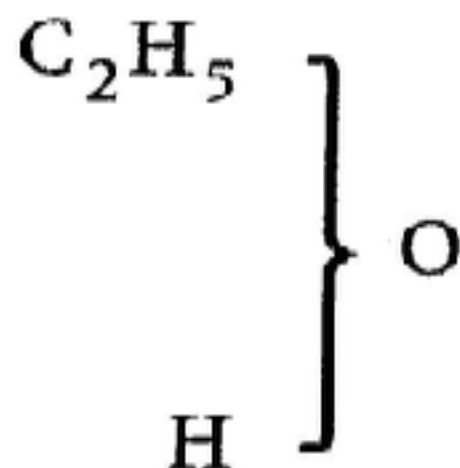
	기체비중	C	H	O	N	Cl	돌턴식?	아보가드로식
메테인	16	3	1				CH ₂	CH ₄
메틸클로라이드	50.5	12	3			35.5	C ₂ H ₃ Cl	CH ₃ Cl
메탄올	32	3	1	4			CH ₂ O	CH ₄ O
메틸아민	31	12	5		14		C ₂ H ₅ N ₂	CH ₅ N
에테인	30	4	1				C ₂ H ₃	C ₂ H ₆
에탄올	46	12	3	8			C ₂ H ₃ O	C ₂ H ₆ O
에테르	74	24	5	8			C ₄ H ₅ O	C ₄ H ₁₀ O
아세트산	60	6	1	8			CHO	C ₂ H ₄ O ₂
아세타민	59	24	5	16	14		C ₄ H ₅ O ₂ N ₂	C ₂ H ₅ ON
벤젠	78	12	1				C ₂ H	C ₆ H ₆

유형 이론(TYPE THEORY)

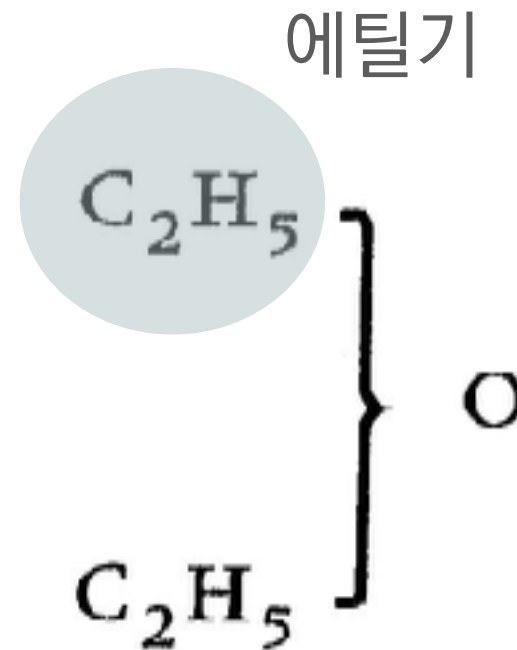
➤ 물의 유형을 지닌 분자들



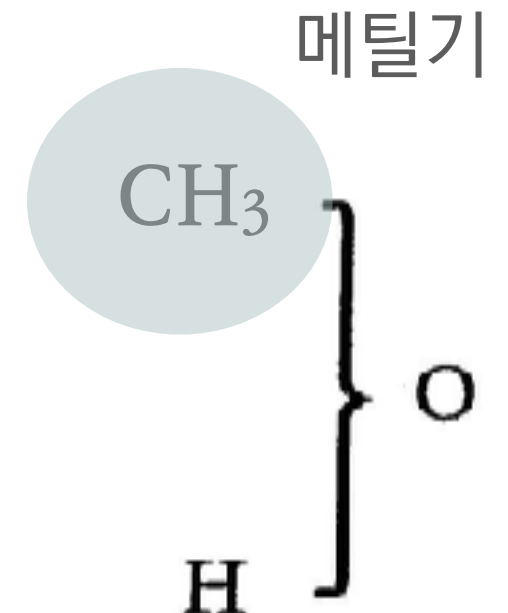
물



에탄올



에테르



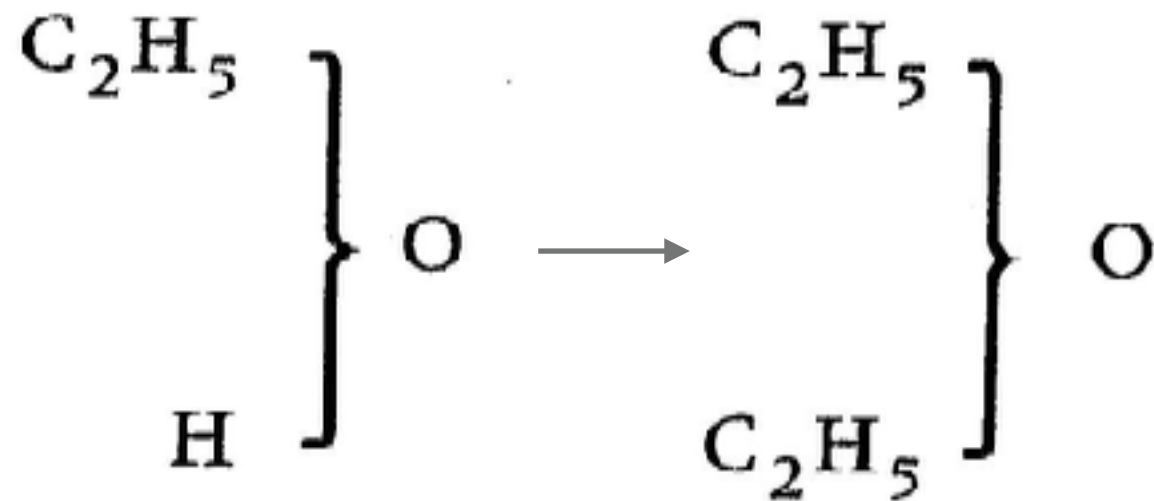
메탄올

수소 유형, 암모니아 유형, 염산 유형 등 제안

점차 이런 유형들이 허구적인 것만은 아니라는 느낌 제공

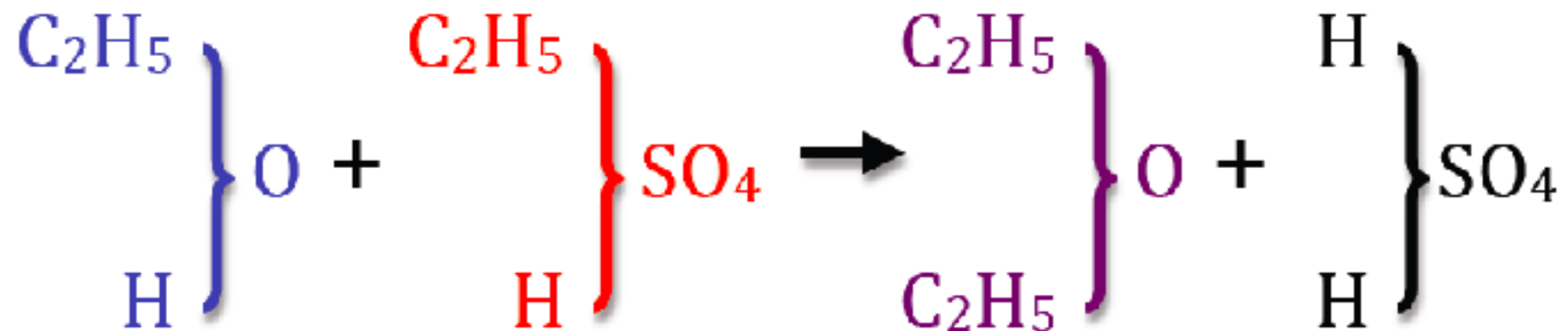
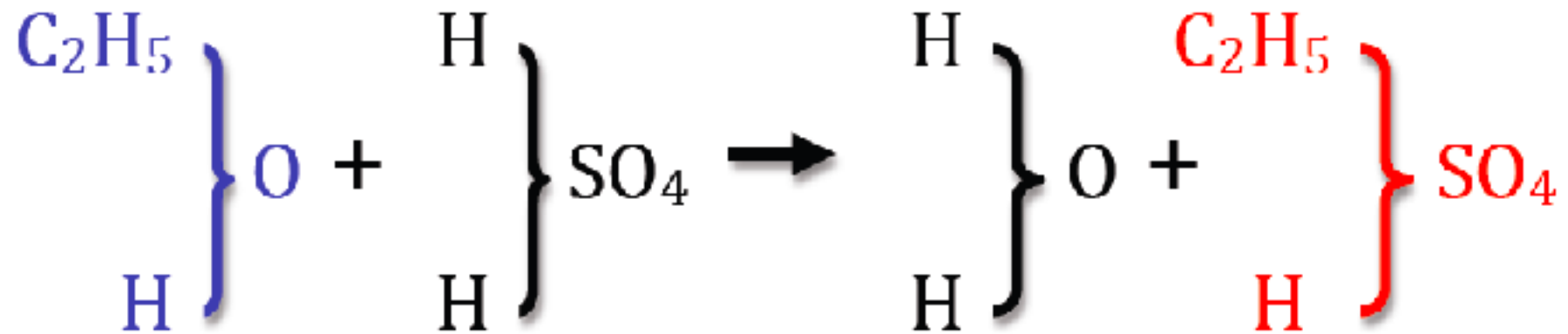
에테르화

- ▶ 에탄올이 에테르로 변하면서 부산물로 물 산출
- ▶ 황산은 에테르화의 촉매로 황산 자체는 변하지 않음
- ▶ 어떻게 이러한 변화가 가능할까?



에테르화에 대한 윌리엄슨의 설명(1840)

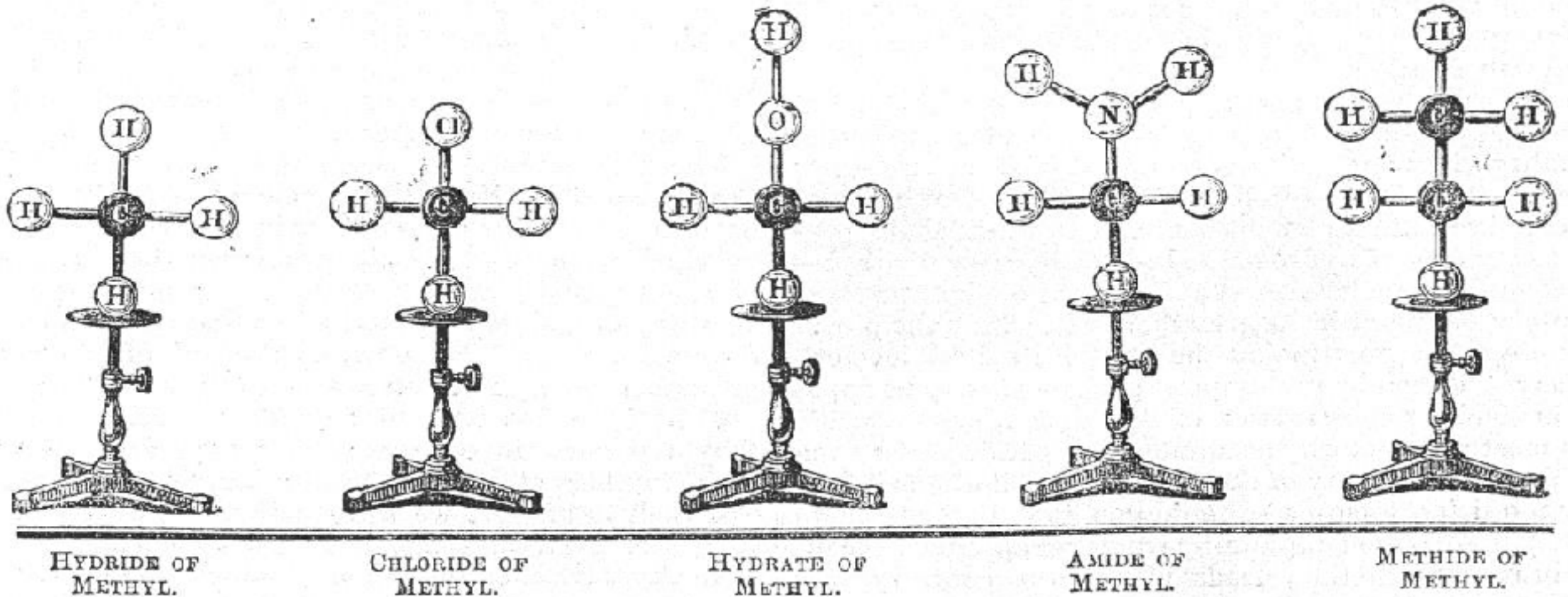
.....



분류를 위해 만들었던 유형 이론이 화학반응 과정까지 설명










호프만의 당구공 모형

.....



탄소의 다리는 4개 / 질소의 다리는 3개 / 산소의 다리는 2개 / 수소의 다리는 1개

케쿨레의 소시지 모형

<i>Derivatives of Marsh Gas.</i>	Kekulé's graphic formulæ.	Modern structural formulæ.	Modern graphic formulæ.
Marsh gas .		CH_4	$\begin{array}{c} \text{H} \diagdown \text{C} \diagup \text{H} \\ \text{H} \diagup \text{C} \diagdown \text{H} \end{array}$
Methyl chloride .		$\text{CH}_3 \cdot \text{Cl}$	$\begin{array}{c} \text{H} \diagdown \text{C} \diagup \text{H} \\ \text{H} \diagup \text{C} \diagdown \text{Cl} \end{array}$
Carbonyl chloride		$\text{Cl} \cdot \text{CO} \cdot \text{Cl}$	$\text{O} = \text{C} \begin{array}{l} \diagup \text{Cl} \\ \diagdown \text{Cl} \end{array}$
Carbonic anhydride		CO_2	$\text{O} = \text{C} = \text{O}$
Prussic acid . .		$\text{H} \cdot \text{CN}$	$\text{H} - \text{C} \equiv \text{N}$
<i>Derivatives of Ethane.</i>			
Ethyl chloride .		$\text{CH}_3 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{Cl}$	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H} - \text{C} - \text{C} - \text{Cl} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$
Ethyl alcohol .		$\text{CH}_3 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{OH}$	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{H} \\ \quad \\ \text{H} - \text{C} - \text{C} - \text{OH} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$
Acetic acid . .		$\text{CH}_3 \cdot \text{CO} \cdot \text{OH}$	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{O} \\ \quad \\ \text{H} - \text{C} - \text{C} - \text{OH} \\ \\ \text{H} \end{array}$
Acetamide . .		$\text{CH}_3 \cdot \text{CO} \cdot \text{NH}_2$	$\begin{array}{c} \text{H} \quad \text{O} \\ \quad \\ \text{H} - \text{C} - \text{C} - \text{NH}_2 \\ \\ \text{H} \end{array}$

탄소의 길이는 4
 질소의 길이는 3
 산소의 길이는 2
 수소의 길이는 1

“

화학적 관점에서 볼 때, 원자라는 것이 존재하는지 안 하는지는 별로 중요하지 않다. 그런 논의는 형이상학에서 할 일이다.

케쿨레

원자가

- ▶ 한 원자가 몇 개의 다른 원자와 결합할 수 있는가
- ▶ 원자가 = 호프만의 막대 수 = 케쿨레의 소시지 길이
- ▶ 원자가에 기반한 1850~60년대 유기화학의 성공적인 분자 모형
- ▶ 물 분자 구조의 확립 : $\text{H}-\text{O}-\text{H}$
- ▶ 잘 맞지 않았던 부분들
 - ▶ 이산화탄소 $\text{O}=\text{C}=\text{O}$
 - ▶ 일산화탄소 $\text{O}=\text{C}=??$
- ▶ 유기화학 분야에서 화학결합의 원인에 대한 설명은 포기!